

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk–naturvitenskapelige fakultet

Midtveiseksamen i AST2110 — Universet

Eksamensdag: Mandag 14. mars 2005

Tid for eksamen: 13.30 – 16.30

Oppgavesettet er på 3 sider.

Vedlegg: Ingen

Tillatte hjelpemidler: Rottmann: “Matematisk formelsamling”

Øgrim og Lian: “Størrelser og enheter i fysikk og teknikk”

Godkjent kalkulator

To A4-ark (du kan skrive på begge sider) med dine egne notater

Kontroller at oppgavesettet er komplett før du begynner å besvare spørsmålene.

Oppgave 1

En jordsatellitt har en bane med store halvakse $a = 10000$ km og eksentrisitet $e = 0.2$. Jorden antas å være en kule med radius 6378 km og masse $5,974 \times 10^{24}$ kg. Gravitasjonskonstanten $G = 6,6726 \times 10^{-11} \text{m}^3 \text{kg}^{-1} \text{s}^{-2}$.

- (a) Beregn satellittens omløpstid.
- (b) Beregn satellittens minste og største høyde over Jordens overflate.
- (c) Beregn satellittens minste og største hastighet i banen.

Oppgave 2

- a) Vi sender en partikkel med masse (hvilemasse) m_0 mot en target-partikkel med samme masse. Vi regner at target-partikkelen er fri, og at den er i ro i laboratoriesystemet. La E_L betegne de to partiklens samlede energi (kinetisk energi og hvileenergi) i laboratoriesystemet, og la E_C betegne den tilsvarende energi i massesentersystemet. Finn E_C uttrykt ved E_L .
- b) Man har fremstilt antiprotoner ved å sende en protonstråle mot et target som inneholder protoner. Når et proton støter mot et annet proton, kan resultatet bli tre protoner og et antiproton, $P + P \rightarrow P + P + P + \bar{P}$. I det følgende skal vi se bort fra target-protonets bindingsenergi. Med terskelverdien for prosessen mener vi den kinetiske energi (i laboratoriesystemet) som det innkommende proton minst må ha for at prosessen skal være mulig. Finn terskelverdien.
- c) Ved hjelp av lagringsringer opererer man med kolliderende stråler av partikler. La oss anta at vi har to protonstråler av

samme energi og motsatt retning. Finn prosessens terskelverdi i dette tilfelle.

Oppgave 3

Planckspekteret ($F_\nu = \pi B_\nu$) er gitt ved

$$B_\nu(T) = \frac{2h\nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{h\nu/kT} - 1}. \quad (1)$$

- a) Forklar størrelsene som inngår. Uttrykk Planckspekteret ved bølgelengde i stedet for frekvens, $B_\lambda(T)$.
- b) Undersøk hvordan Planckspekteret blir ved meget lange bølgelengder, $hc/\lambda \ll kT$ (dette kalles Rayleigh-Jeans' lov).
- c) Hva blir den totale bolometriske fluksen fra et sort legeme?
[$\int_0^\infty \frac{x^3 dx}{e^x - 1} = \pi^4/15$]